1 研究 Research and Development

研究開発センター・ソフトウェア技術センター・生産技術センター

東芝グループは、"利益ある持続的成長"を実現させることで、社会全体の発展に寄与していくことを目指しています。 そのために本社研究開発部門は、たゆみないイノベーションを生み出す研究開発を行っています。

情報通信分野では、膨大な映像コンテンツから興味あるコンテンツを効率良く探すコンテンツ指向ユーザーインタフェース "関連ナビ"(注)、手の形状と動きでAVノートPC (パソコン) の操作を実現するSpursEngine_{TM}の映像処理技術(注) などを開発しました。また、高スループットと低消費電力を両立するTCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) 通信ハードウェアエンジン NPEngine_{TM}(注)、無条件に安全な量子暗号鍵配信技術(注)を開発しました。半導体・材料分野では、不揮発メモリの大容量化を低電圧で実現するSONOS (Silicon Oxide Nitride Oxide Semiconductor) 型メモリ素子(注)、低消費電力・大容量の磁気ランダムアクセスメモリ MRAM(注)、高出入力性能、長寿命、及び優れた安全性を兼ね備えるハイブリッド自動車用SCiB $_{TM}$ のセル技術(注)などで成果を上げました。システム技術・機械システム分野では、汎用の車両運用スケジューラやノートPCのヘルスモニタリング技術を開発しました。ソフトウェアの分野では、フリーワードに関連する番組検索機能の高度化・高速化技術(注)や組込みデータベース技術を、また、生産技術分野では、ユーザーが満足する品質、価格、納期、サービスを目的とした設計のプラットフォーム化技術(注)や液晶ディスプレイ(LCD) 用実装検査装置などを開発しました。

(注) ハイライト編のp.3, 4, 5, 8, 10, 12, 13, 14, 20, 32, 33に関連記事掲載。

研究開発センター 次長 石内 秀美

1 情報通信

● PCのネットワーク障害の原因解析をサポートする技術 NetScope™



NetScope_{TM}を用いた障害解決シーケンス

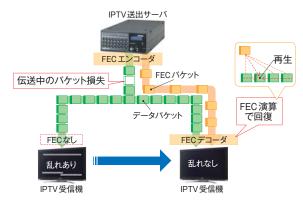
Typical sequence for resolving wireless LAN failure using $NetScope_{TM}$

近年、ほとんどのPCに無線LANインタフェースが備わっているが、一般ユーザーにとって、無線LANがつながらないという障害を解決することは難しい。そこで、無線LAN障害の原因解析を行う技術NetScope_{TM}を開発した。

NetScope_{TM}は、PC上で動作するソフトウェアで、無線LAN障害の原因をユーザーに提示することで、ユーザーがサポートセンターと協力して障害解決を行うケースを想定している。また、当社サポートセンターにおけるコール分析結果も考慮してアルゴリズムを設計しており、高速な解析を実現している。

今後、無線LANの電波伝搬環境に起因する障害原因の解析ができるよう研究を進め、解析能力を強化する。

IPTV向け伝送誤り訂正技術



IPTV向け伝送誤り訂正技術の動作原理

Forward error correction (FEC) for Internet Protocol television (IPTV) content delivery

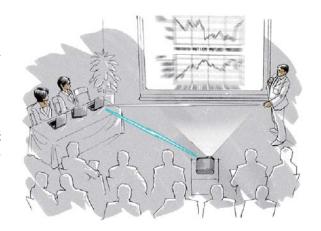
IPTV (Internet Protocol Television) は、インターネットの通信技術による映像配信サービスで、オンデマンドや高画質映像のネット配信が可能になる一方、IP通信のためデータパケット損失による映像の乱れも懸念される。この課題を解決するため、伝送誤り訂正 (FEC) 処理の実用化技術を開発した。

送出側のFECエンコーダは、FECパケット送出量を平滑化することで通信路上のスムーズな配送が可能であり、受信側のFECデコーダは、スケジューリングの工夫により演算負荷のピークを制御できる。これらは、PCはもちろん、TVやモバイル機器など処理能力が限られた機器へ搭載でき、IPTVサービスの多彩な展開と、サービスの映像品質維持に大きく貢献するものである。

●無線LANプロジェクタ向けPC画面転送方式

PCの表示画面を無線LAN機能搭載データプロジェクタに転送する,動きのある画面表示に強い方式を開発した。

この方式は、アプリケーションの種類に応じて最適な画像符号化方式を自動的に学習する機能を備えている。また、複数のデータ圧縮用辞書を効果的に使い分けることにより、符号化の際に辞書にヒットする確率を高めている。これらの工夫により、特にスクロール操作を行った場合のデータ転送量が従来方式に比べ最大で約90%少なくなり、動きの多い画面表示の滑らかな投影が可能である。

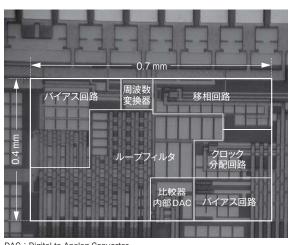


PC画面転送の利用シーン Example of PC screen transfer usage

● 無線受信機のデジタル化

一つ一つの無線機を小さく作ることで、複数の無線システムに対応する無線機を1チップにまとめることができる。無線受信機は多くのアナログ回路を利用するが、これを可能なかぎりデジタル回路に置き換えることで占有面積が小さくなり、かつ無線システムに応じた特性変更も容易になる。これを実現するには、大きな不要信号が存在しても小さい受信信号をとらえることができる、アナログーデジタル変換器が必要である。

今回, 高速サンプルレート(変換速度)のデルタシグマ型アナログーデジタル変換器を用いることで,不要信号と受信信号の同時変換が可能であることを試作により確認した。これにより,受信機の面積と消費電力を半減できるめどを得た。



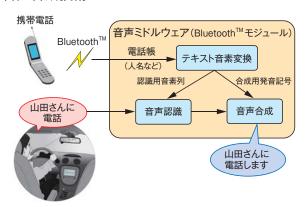
DAC: Digital-to-Analog Converter

デルタシグマ型アナログーデジタル変換器チップ Delta-sigma analog-to-digital converter

車載向けBluetooth[™]モジュール用 音声認識・音声合成技術

車載向けBluetooth[™]チップセット上で動作する音声認識・音声合成ミドルウェアを開発した。このミドルウェアは、自動車の走行雑音環境下でも、高精度な音声認識と肉声感が高く聞き取りやすい音声合成を、コンパクトなサイズで実現している。

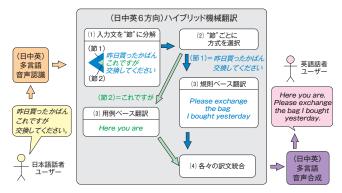
このミドルウェアを組み込んだBluetooth™ハンズフリーキット搭載の自動車では、Bluetooth™携帯電話を利用し、そのアドレス帳情報を参照して相手の名前や電話番号を発声するだけで、運転中でも電話をかけることができる。これにより、安全かつ快適なハンズフリー通話環境を提供できるようになった。現在、このチップセットの製品化を進めている。



音声認識と音声合成を用いた音声ダイヤル

"Dial by voice" using automatic speech recognition and text-tospeech technologies

● 日中英3言語6方向音声翻訳システム



日中英3言語6方向音声翻訳システムの内部構成

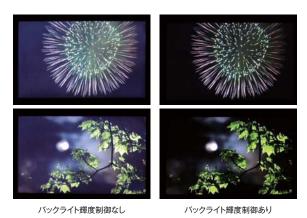
Configuration of Japanese/Chinese/English speech translation system

相補的な二つの機械翻訳手法である規則ベース翻訳と用例ベース翻訳を統合した、ハイブリッド機械翻訳技術を開発するとともに、日本語、中国語、及び英語3言語の大語いの連続単語音声認識技術及び音声合成技術と組み合わせることで、全6方向で、任意の文を自然な表現に翻訳できる音声翻訳システムを開発した。

日本と中国で被験者130余名による実地評価実験を行った結果、このシステムによって、旅行における典型的な対話の目的を約70%達成できることが確認できた。

関係論文: 東芝レビュー. 64, 2, 2009, p.26-29.

超ワイドダイナミックレンジLCD

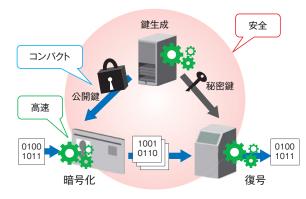


超ワイドダイナミックレンジLCDの表示のようす Images displayed on ultra-extended wide dynamic range liquid crystal display (LCD)

入力映像に応じてLED(発光ダイオード)バックライトの明るさと入力映像の階調変換を行うことで、高コントラストで低消費電力の表示を実現する超ワイドダイナミックレンジLCDを開発した。

超ワイドダイナミックレンジLCDは、入力映像のヒストグラムを解析することで、映像が暗い場合はバックライト輝度を低下させるとともに、画面輝度の低下を補償するための階調変換を行う。このとき、バックライト輝度と階調変換を同時に最適化することで、様々な映像に対し階調つぶれのない高コントラストの表示が可能になった。この技術を導入したLCDを試作した結果、従来のLCDに比べ、ダイナミックコントラストを20倍以上向上させることができた。

● 安全で、コンパクト、かつ高速な代数的トーラス公開鍵暗号



代数的トーラス公開鍵暗号の概念

Conceptual outline of public-key encryption based on algebraic torus

代数的トーラスは、安全性を変えずに、公開鍵暗号の公開鍵サイズを圧縮する技術である。公開鍵暗号は、主にデータ暗号化用の共通鍵の配送に利用されているので、この技術を用いると、鍵配送に必要なデータ量が公開鍵の圧縮に伴い1/3に圧縮される。

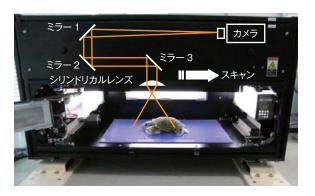
今回,公開鍵暗号方式として最高の安全性が証明されている暗号をトーラス上で構成することに成功した。最適な拡大体を選択するとともに、フロベニウス写像と呼ばれる高速なべき乗計算を生かして、公開鍵暗号の処理時間の大部分を占めるべき乗計算を従来の1/6に短縮した。安全性、コンパクト性、及び高速性に優れたこの方式は、計算能力や通信帯域が限られた小型装置を含む幅広い応用が期待される。

● スキャン型 3D 撮影システム

スキャン型3次元(3D)撮影システムは、立体ディスプレイに表示する3D静止画像を撮影するシステムである。

今回,可動シリンドリカルレンズと固定カメラを用いた独自のスキャン機構によって,約100枚のハイビジョン画像に相当する3D静止画像を約1分で撮影することができる,コンパクトなシステムを実現した。また,独自のソフトウェア処理技術を用いることで,現在当社が開発中のインテグラルイメージング方式を含む様々な方式の立体ディスプレイに,実写画像を立体表示することが可能になった。

実写による立体コンテンツ作成を簡便にするこのシステム は、広告など様々な用途への応用が期待される。

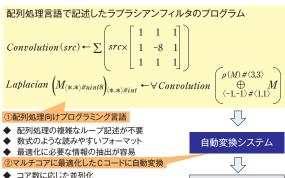


スキャン型 3D 撮影システム Scanning-type three-dimensional image capturing system

配列処理言語によるマルチコアプログラミング環境

メディア処理などの配列処理が簡潔に記述できるプログラミング言語と、マルチコア向けに最適化したC言語のソースコードへ変換する技術を開発した。

マルチコアのソフトウェア開発では、コア数やキャッシュの大きさなど対象となるマルチコアを踏まえた複雑な実装が要求されるため、開発期間の増大やソースコードの再利用性低下など生産性の問題がある。この言語では、処理の本質的なアルゴリズムを記述すると、マルチコアの持つ性能を引き出すための複雑な処理は変換時に自動的に生成される。そのため、開発期間が短縮できるとともに、対象となるマルチコアを変更した場合でもプログラムを変更する必要がない。



▼ コア数に応した並列化◆ キャッシュを有効活用する実行順序の制御

◆ キャッシュを有効活用する実行順序の ◆ SIMD化向けプログラム変換

SIMD : Single Instruction Multiple Data

マルチコア向け Cソースコード

マルチコアプログラミング環境の概要

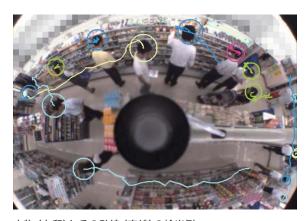
Outline of programming environment for multicore processor

● 複数の全方位カメラによる人物動線計測技術

近年、マーケティングなどの分野において、店舗内で顧客が動いた軌跡を計測する動線計測技術へのニーズが高まってきている。そこで、昼時のコンビニエンスストアのように多数の人物が入退出する環境下でも安定した人物検出・追跡を行う、人物動線の計測システムを開発した。

複数の全方位カメラを用いて計測範囲のすべての領域を 3方向から観測し、パターン認識などの画像処理技術を互いに補完し合うように組み合わせることで実現した。視野の広い全方位カメラを用いることで、比較的少ないカメラ台数で店舗全域をカバーできるようにした。

関係論文: 東芝レビュー. 63, 10, 2008, p.44-47.



人物 (丸印)とその動線 (実線)の検出例 Example of detected customers and their trajectories

PCログイン向け 顔認識技術

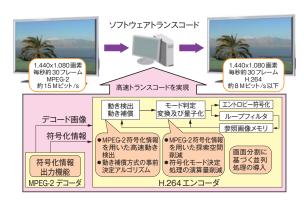


顔認識によるログイン Hands-free login with Toshiba face recognition

ハンズフリーでPCにログインできる機能を目指し、入退室管理向けに開発された動画像顔認識技術と、アメリカ国立標準技術研究所 (NIST) による顔認証ベンダーテスト (FRVT2006: Face Recognition Vender Test 2006) で好成績を得た写真照合技術を統合し、照明が変動するモバイルPCでも使用できる顔認識方式を実現した。

動画像の利用と変動を抑制する特徴抽出の効果により、環境に対するロバスト性を高めることができた。この技術は、PCに同梱(こん)されるアプリケーションとして製品化され、顔認識によるWindows Vista®へのログイン機能としてカメラ付きPC(dynabook_{TM} Satellite など)に既に搭載されている。

● 地デジ用 MPEG-2/H.264 リアルタイムトランスコーダ



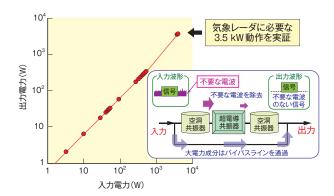
地デジ用MPEG-2/H.264リアルタイム トランスコーダの概要 Outline of high-definition TV (HDTV) real-time software transcoder

地上デジタル放送 (地デジ) で使われるHD (High Definition) 解像度のMPEG-2 (Moving Picture Experts Group-Phase 2) ストリームをより高圧縮のH.264方式に変換する、ソフトウェアによるリアルタイムトランスコーダを開発した。

高速で高画質なトランスコードを実現するために、MPEG-2の符号化情報をH.264の符号化に活用している。また、動き検出処理及び符号化モード選択処理において、画質を極力損なわずに計算負荷を削減するとともに、4コアの2.6 GHzプロセッサで分散処理を行うことにより高速処理を実現した。

今後も事業部門と協力して高画質化と高速化を検討し、 従来ノートPC上で必要であったハードウェアエンコーダに 代わるソフトウェアリアルタイム処理を目指す。

● 気象レーダ向け 送信用狭帯域フィルタ



ハイブリッドフィルタの入出力特性とブロック図

Measured input-output characteristics of hybrid filter and simple structure

電波利用拡大に向けた電波資源の有効利用のために, 気象レーダでは,不要な電波放射を防止する送信用狭帯 域フィルタが求められている。そこで,耐電力性に優れた 空洞共振器と狭帯域低損失性に優れた超電導共振器を用 いるハイブリッドフィルタを開発した。

このフィルタは、不要な電波放射を1/10以下に抑制でき、 気象レーダへの接続実験で3.5 kW動作を実証した。この フィルタにより、最大4倍の周波数利用効率の向上が期待 できる。

この研究は、総務省の委託研究「電波資源拡大のための研究開発」の一環として実施したものである。

関係論文: 東芝レビュー. 63, 7, 2008, p.48-51.

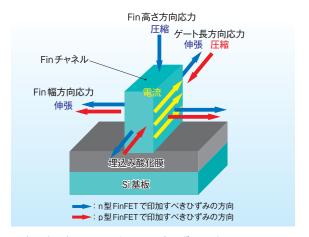
2 半導体・材料

立体構造トランジスタの3次元ひずみエンジニアリング技術

立体構造トランジスタ(FinFET)は、消費電力増大を招くオフ時のリーク電流を抑制できることから、次世代の論理LSIにおける有望なデバイス構造とされている。しかし、FinFETで高速化を実現するためのひずみシリコン(Si)チャネル技術の設計指針が明らかでなかった。

今回、FinFETに機械的に一軸性応力を印加し、ひずみによる移動度向上を系統的に測定して、FinFETのゲート長方向だけでなく、Fin幅方向及びFin高さ方向にもひずみを導入する。3次元的な最適ひずみ設計を確立した。

この研究の一部は、経済産業省研究開発プロジェクト 「ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造デバイス技術 開発」の委託を受けて実施したものである。



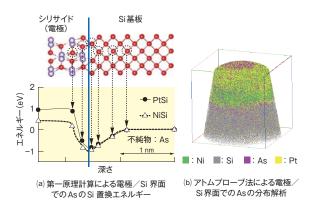
n型及びp型FinFETにおける最適ひずみ設計

Optimum stress design in n-type and p-type fin field-effect transistors(FinFETs)

高速・低消費電力LSI向けの低抵抗電極

次世代の高速・低消費電力LSIを実現するため、Siトランジスタの電極金属とSiの界面における接触抵抗を低減する技術が期待されている。

今回、白金 (Pt) 添加ニッケルシリサイド (NiSi) 電極とSi の界面での不純物挙動を第一原理計算によって理論的に解析し、実際に試作した電極をアトムプローブ法などの最新技術を用いて分析した。その結果、Ptの効果によって不純物であるヒ素 (As) の界面濃度が高められ、接触抵抗を低減できることを見いだした。この知見に基づいて、Pt添加 NiSi 形成後に As を注入する新プロセスを提案し、Ptなしの場合に比べて、界面抵抗を50%以下に低減することに成功した。



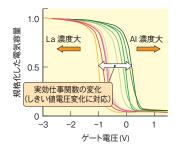
電極/Si界面におけるAs原子の解析

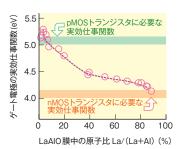
Analysis of arsenic (As) atoms at electrode-silicon substrate interface

- LaAlO系 higher-κゲート絶縁膜によるしきい値電圧制御の組成網羅的検証

次世代LSIの高性能化と低消費電力化には、CMOS (相補型金属酸化膜半導体)トランジスタのゲート絶縁膜の実効膜厚を極薄化することが必須である。高誘電率 (higher- κ)ゲート絶縁膜は、従来の二酸化シリコン (SiO $_2$)ゲート絶縁膜に換算して0.5 nm以下の実効膜厚を備えるが、その実用化には、pMOS及びnMOSの両方に適したしきい値電圧を制御することがもっとも重要な課題である。

今回、higher- κ 材料として有望なランタンアルミネート(LaAlO)において、その組成及び積層構造を最適化することでゲート電極の実効的な仕事関数を制御し、理想的なしきい値電圧を与える技術を開発した。また、これにはLaAlO膜とSiO₂膜の界面に存在するダイポール(双極子)が大きく寄与するという物理現象を明らかにした。



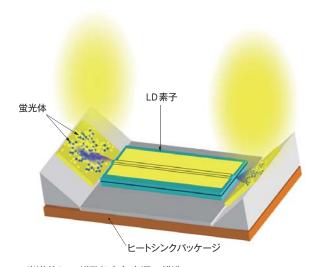


La: ランタン AI: アルミニウム

LaAIO膜中の組成変化に伴う電気容量ーゲート電圧特性の変化(左)と実効仕事関数の変化(右)

Composition dependence of capacitance-gate voltage characteristics (left) and effective work function (right) of lanthanum aluminum oxide (LaAlO) film

● 半導体レーザ励起白色光源

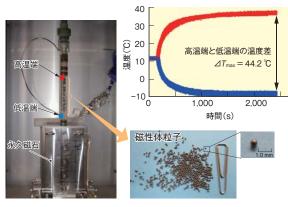


半導体レーザ励起白色光源の構造 Structure of white light source excited by laser diode

照明における省エネ及びそれによる二酸化炭素削減のために、効率の良い発光ダイオード (LED) を用いた光源が商品化されているが、LEDの課題として、一つの素子から得られる光束 (光量) が低いことが挙げられている。そこで、蛍光灯のような高光束を少ない素子数で実現するため、半導体レーザ(LD)を用いた方式を開発した。

LD結晶の成長条件を最適化することにより,投入電流をレーザ光に変換する効率を70%にすることができた。更に、レーザ光を白色光に変換する蛍光膜に無機材料を適用することで、一つの素子で300lmの光束を得た。この光源を用いると、40W蛍光灯と同じ明るさを10個の素子で得ることができる。

磁気冷凍技術



磁気冷凍試験装置と冷凍サイクル試験結果

Experimental apparatus for magnetic refrigeration and temperature difference between hot and cold ends in active magnetic regeneration (AMR) cycle

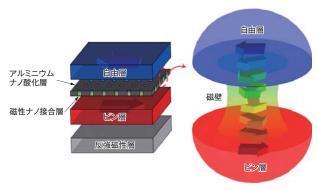
冷凍や冷蔵, 空調などの低温生成分野では, オゾン層保護や温暖化防止など地球環境への配慮から, 代替フロンや自然冷媒への冷媒ガスの転換が進められている。

そこで、ガスの代わりに固体の磁性体を冷媒とする磁気 冷凍技術に注目し、高効率で環境にやさしい将来の冷凍 技術の実現に向けて研究に取り組んでいる。

永久磁石と磁性体粒子を組み合わせて、スピン系のエントロピー変化と格子系の蓄熱効果を利用した能動的蓄冷型磁気冷凍サイクルで、温度差44Cの生成に成功し、室温から零下10Cまでの冷却を実験で実証した。

この研究は、独立行政法人 科学技術振興機構から受託した革新技術開発研究事業で実施したものである。

ナノ磁壁による新原理の磁気抵抗効果



新磁気抵抗効果の素子構造

Element structure for new magnetoresistance effect

1平方インチ当たり2 T (テラ:10¹²) ビット以上の面記録密度を持つハードディスクドライブを実現するため、高感度再生ヘッド技術を開発した。

2枚の磁性層に挟まれた約1.2 nm厚の絶縁層中に、 $1\sim3$ nmの直径を持つ電気伝導性磁性接合部を形成した。その接合部に生じるナノ磁壁で、新しい原理による磁気抵抗 (MR)効果を世界で初めて^(注)観測し、約 $0.5~\Omega\mu$ m²の低い素子面積抵抗で、12~%のMR比を実現することができた。今後、100~%のMR 比を目指す。

この研究の一部は、独立行政法人 新エネルギー・産業 技術総合開発機構 (NEDO) の「ナノテク・先端部材実用化 研究開発」プロジェクトで実施したものである。

(注) 2007年1月の10th joint MMM/Intermag Conference で発表,当社調べ。

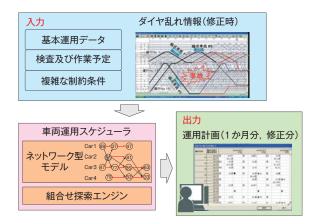
<mark><=</mark> システム技術・機械システム

汎用の車両運用スケジューラ

熟練者に匹敵する高品質な計画を、高速で自動作成できる汎用の車両運用スケジューラを開発した。

車両運用計画とは、列車ダイヤに過不足なく車両を割り 当てる計画である。法定検査などを定期的に実施しながら、 保有する車両を最大限に活用する必要があるため、現在、 多くの鉄道事業者では、1か月分の計画に熟練者が数週間 を費やしている。また、ダイヤ乱れの際には、翌日以降の 修正計画のために、緊張下の徹夜作業を強いられている。

当社は、計画の作成や修正をネットワーク上の経路探索問題に帰着させ、このスケジューラにより、実際の路線データにおいて、商用の最適化ツールに比べ100倍以上の高速化を実現した。現在、鉄道会社向けに商品化を進めている。



車両運用スケジューラの概要 Outline of railway rolling stock allocation scheduler

録画予約向けハードウェア資源割当てスケジューリング技術

DVDレコーダーの録画予約の登録削除や放送時間変更の際に、競合する各予約にチューナやエンコーダなどの共有ハードウェア資源を最適に割り当てるための、汎用的なタスクスケジューリング技術を開発した。

AV 機器は汎用パソコン (PC) に比べ資源の競合関係が複雑なため、簡易なスケジューリングが難しいが、グラフカラーリングの解法を活用することで、少ない計算負荷で厳密解法に近い録画成功率を得られる。更に、自動割当て変更時に、ユーザーが初期設定した状態から局所的に悪化していないかを判定し、録画状態の悪化を確実に防止する。

現在,ハイビジョンレコーダー"ヴァルディア(VARDIA)"に"W録自動振替機能"として搭載しており、今後は、複数の録画機器間で相互に資源を融通するような高度連携機能へも展開していく。



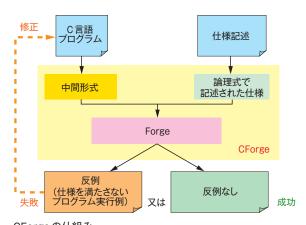
Application of resource allocation scheduling to audio-video equipment

C言語プログラム検証フレームワーク

C言語プログラムの仕様を形式的に与える仕様記述言語 と、C言語特有の機能を論理式に変換するC言語変換技 術を開発した。

これらは、網羅的検査の考え方に基づいてC言語プログラムを検証するうえで鍵となる技術であり、マサチューセッツ工科大学で開発中の検査エンジンForgeと組み合わせることで、従来型のテスト手法では検査しきれない様々なパターンを、機械的かつ網羅的に検査できるようになる。

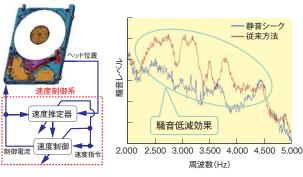
現在試作中のツールCForgeでは、有名なアルゴリズムの 教科書やJava™標準ライブラリの実装で、長年にわたって 見逃されてきた既知の不具合を一瞬で検出することに成功 している。



CForgeの仕組み

Structure of CForge program analysis framework

● 静かなHDDを目指したシーク制御システム



(a) 静音シーク制御システム

(b) 騒音のスペクトラム

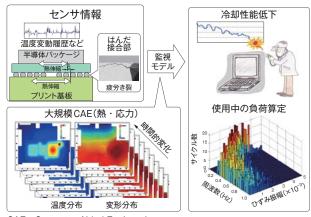
静音シーク制御システムと騒音特性

Low-acoustic-noise seek control system and frequency characteristics of acoustic noise

現在、磁気ディスク装置 (HDD) は多くの機器で用いられるようになり、動作時の静粛性が求められている。特に、指定されたトラックまでヘッドを移動 (シーク) させる際に発生する騒音の低減が重要となっている。そこで、騒音を発生しにくい新たなシーク制御システムを開発した。

シーク時の位置検出誤差の増大が騒音の主要因となっていることから、このシステムでは、速度指令の大きさによって制御系のゲインを可変にし、位置検出誤差の影響を受けにくくした。このシステムにより、動作時の騒音を従来製品に比べ音響パワーで2dB下げることができ、アイドル時と同等な静粛性を実現できた。

● デジタル機器実装基板のヘルスモニタリング技術



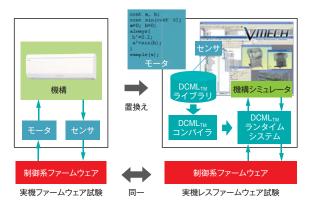
CAE: Computer Aided Engineering

デジタル機器実装基板のヘルスモニタリングの流れ Flow of health monitoring for digital products ノートPCに代表されるデジタル機器の実装基板は、使用中に部品の発熱や外からの力などを繰り返し受け、使用される条件によっては、性能が低下するおそれや破損するリスクがある。信頼性を確保するために、使用中に受ける負荷を短時間で模擬する加速試験が行われるが、信頼性の仕様や負荷の合理的な設定が課題となる。そこで、機器の冷却性能低下や構成部材が受けた負荷履歴といった故障予兆に関連するデータをセンサ情報から算定する、ヘルスモニタリング技術を開発した。

ノートPCなどのデジタル機器を対象に、故障時の原因 究明や、信頼性設計における使用中の負荷想定に用いることで、製品の品質向上と設計合理化の両立に活用できる。

関係論文: 東芝レビュー. 63, 8, 2008, p.30-34.

● 機械系ファームウェアの実機レス試験モデル記述言語 DCML™



実機レス試験システム Virtual firmware testing system

メカトロニクス製品の制御系ファームウェアを仮想的に試験する"実機レス試験"のシミュレータを効率的に作成するため、モデル記述言語 DCML_{TM} (Dynamic Constraint Modeling Language)を開発した。

この言語はハイブリッドモデル技術を採用し、運動方程 式やシステムの状態遷移を簡潔に記述でき、モデルの再利 用やファームウェアとのデータ連携を簡単に行える仕組みを 導入していることが特長である。

DCML_{TM}は現在、(株)インターデザイン・テクノロジー製の仮想メカトロニクスシミュレータ Vmech_{TM}に搭載され、家電製品への適用を進めている。

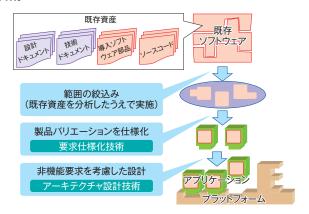
関係論文: 東芝レビュー. 63, 8, 2008, p.40-43.

4 ソフトウェア

ソフトウェア再設計及びプラットフォーム再構築技術

複数の顧客や機種を対象に製品シリーズを開発するにあたって、ソフトウェアプラットフォーム(以下、SW-PFと略記)の構築は開発効率化のために有効である。しかし、SW-PFに対する範囲や要求分析が不適切な場合には、必ずしも効果を発揮できないため、既存資産を分析したうえで既存ソフトウェアを再設計し、SW-PFを再構築する必要がある。

そこで要素技術として、製品のバリエーションを要求仕様 化する技術、及び保守性や移植性といった非機能要求を考 慮したアーキテクチャを設計する技術を開発した。これら の技術により、資産を再利用した効率的な開発ができる。 現在、デジタルプロダクツ事業や社会インフラ事業の製品 に対して適用中である。



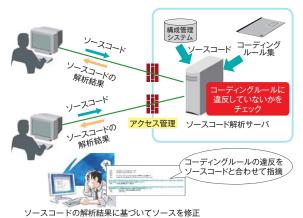
ソフトウェア再設計及びプラットフォーム再構築技術 Software redesign and software-platform reconstruction technique

ソースコード静的解析ツール

ソースコード静的解析技術は、ソフトウェア開発の実装 工程以降での品質向上手段として注目されている。静的解 析ツールとは、実際にプログラムを動かすことなく、ソース コードの品質上の問題点となる箇所を指摘するもので、今 回、静的解析の利用を促進し効率化するツールを開発した。

これまでに解析を自動化し、複雑な設定作業を簡素化し、 及びWeb上での解析結果を閲覧できるようにすることで効率化を達成してきた。今回は更に、ユーザー登録、ソースコードのアップロード、及びセキュアな実行や閲覧をWeb上から行うなどの機能を追加し、利用者だけでなく管理者もより容易に解析できるようになった。

今後は、ユーザーからの要望が強いソースコードメトリクスの推移表示といった統計情報表示機能や、コードレビュー機能を追加していく。



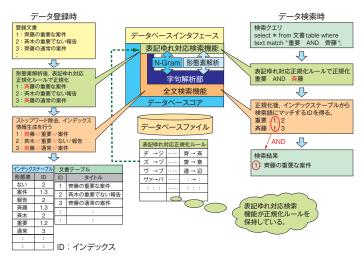
ソースコード静的解析ツールの運用イメージ

Image of static source code analysis system operation

組込みデータベース技術

デジタル機器の大量なデータに対して高速な日本語検索を 実現する、組込み機器向けのRDBMS (Relational Database Management System)用日本語全文検索モジュールを開発 した。

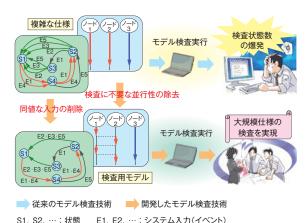
日本語全文検索には、文書を形態素に分けて索引を作る形態素解析手法と、N文字(Nは任意の整数)ずつに分けて索引を作るN-gram化手法があるが、字句解析部を独立させることで、二つの手法を実行環境や要求仕様に応じて入れ替え可能にした。また、助詞や句読点など、文書に頻出するが検索語として意味のない語句を索引対象から除外することで、メモリ使用量を大幅に削減した。更に、索引情報をルールベースで正規化することにより、"齊"と"斉"といった異なる表記もいっしょに検索できる、表記ゆれ対応検索機能も備えている。



データ登録時とデータ検索時の処理の流れ Flow of data insertion and data search

東芝レビュー Vol.64 No.3 (2009)

● 大規模仕様を検証可能なモデル検査技術



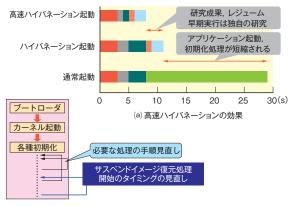
開発したモデル検査技術と従来技術の比較

Comparison of conventional and newly developed model checking techniques

動作仕様の不具合を自動検出することで設計品質を向上させるモデル検査において、従来困難であった大規模かつ複雑な仕様に適用できる技術を開発した。

並行性を持つ複雑な動作仕様にモデル検査を適用する際、検査すべき状態数が爆発的に増大し検査が困難となる課題がある。開発した技術は、この課題を解決するため、検査に影響のない並行動作を逐次動作に置換するとともに、複数のシステム入力を同値性に着目してまとめることにより、抽象化された検査用モデルを生成する。この技術を協調制御システム製品へ適用し、規模が従来より約10倍大きい動作仕様で検証効果を確認した。

組込みLinuxの高速起動技術



(b) レジューム処理実行タイミングの変更

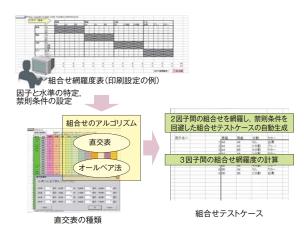
起動高速化の効果

Effect of hibernation on boot time

ハイバネーションは電力を消費しない待機状態の一種で、 待機からの復帰時間が初期起動時間より短い特性を利用し、 装置の起動の高速化を図る事例が増えている。今回、ハイ バネーションからの復帰を更に高速化する技術を開発した。

組込みLinuxの評価ボードで起動時間を計測した結果, ハイバネーションの適用で30秒から13秒に高速化され, 更に, 今回開発した技術を実装することで9秒に高速化された。また, この技術では, レジューム処理を早い段階で行い, カーネル起動時の各種初期化手順を見直すことにより, 3秒ほどの短縮に成功した。この技術は, デバイスやCPU系列に依存しない汎用的な独自の方法で, 現在, 実用化を目指している。

● 組合せ技術を活用したテストケース生成ツール



組合せ技術を活用したテストケース生成ツールの概要

Outline of test case generation tool using orthogonal array and all-pair algorithm

ソフトウェアの組合せテストを網羅的かつ効率的に実施 するために、組合せ技術を活用したテストケース生成ツール を開発した。

テスト対象の因子とその因子に含まれる水準(種類)の抽出後、禁則条件(実現できない組合せ)を設定すると、3因子間の組合せ網羅度を計測するとともに、2因子間の組合せ網羅度100%を満たすテストケースが自動で生成される。組合せ技術として直交表とオールペア法を活用することにより、テストケースとして出現する水準に偏りがない、バランスの良いテストケース生成を実現した。

このツールの適用により組合せテストが効率化し、大幅なテスト時間の削減が期待できる。今後、このツールを広く展開して効果的で効率的な組合せテストを実現し、高品質なソフトウェアの開発を推進する。

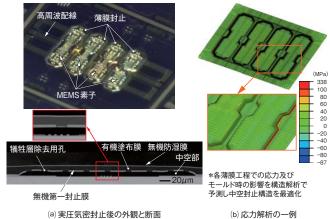
生產技術

RF-MEMS用インライン ウェーハレベル パッケージ

携帯電話などのモバイル機器に搭載が見込まれるRF (Radio Frequency)-MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) を薄膜を用いて中空封止する、 インライン ウェー ハレベル パッケージを開発した。

中空封止技術は、可動部の残留振動を抑制できる"実圧 気密方式"と高速動作に対応した"真空気密方式"の2種類 で、MEMS素子に要求される特性により使い分ける。素子 を形成する前工程でウェーハ内のMEMS素子を一括封止 するため、ダストの混入が少なく、低コストで封止すること ができる。この技術は、静電駆動型可変容量MEMSに適 用するほか、高周波デバイスや各種センサへの応用を検討 していく。

関係論文: 東芝レビュー. 63, 2, 2008, p.32-36.



(b) 応力解析の一例

インライン ウェーハレベル パッケージ

In-line wafer level package (WLP) for radio-frequency microelectromechanical system (RF-MEMS)

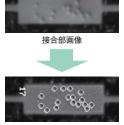
液晶ディスプレイ用 実装検査装置

液晶ディスプレイ(LCD)のガラス基板周辺に実装されてい る駆動用ICの接合状態を、自動で外観検査する装置を開 発した。

ガラス基板と駆動用ICは、数μmの導電性粒子を電極 間に挟み込むことで電気的に接合されている。1枚のLCD には数千点の接合部があるが、1か所でも接合不良が発生 すると正しい画像表示ができない。

従来、微小な粒子の挟み込み状態を検査することは困 難であったが、今回開発した装置では、画像処理技術を用 いて外観から自動的に判断することができる。現在、製造 現場でLCDの高い実装品質の維持に貢献している。





導電性粒子を自動検出 (円形マーク部分)

LCD用 実装検査装置

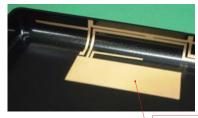
Bonding condition inspection equipment for liquid crystal display (LCD)

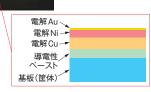
筐体一体型配線技術

樹脂筐体(きょうたい)の表面に導電性ペーストをパッド印 刷し、ペースト上に銅などをめっきするだけで電気配線を形 成する技術を開発した。

ポイントは、モバイル機器の筐体に使用する樹脂の熱変 形温度より低い70℃で硬化する低温硬化型導電性ペースト. 曲面へのパッド印刷方法、及びペーストへのダメージを低減 するめっきプロセスである。低温硬化型導電性ペーストは 東洋紡績(株)と共同で開発した。

この技術をパソコンや携帯電話などのアンテナに適用す れば、多機能化により数が増えているアンテナの容積を低 減することが可能になる。今後、実用化に向けて量産化技 術の確立を進めていく。





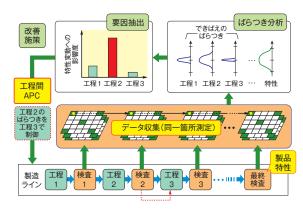
樹脂筐体に直接形成した筐体一体型アンテナ Antenna formed directly on resin case

Cu:銅

Ni:ニッケル

Au:金

● 特性ばらつき低減手法



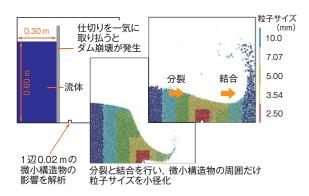
特性ばらつき制御を目的としたQC手法 Quality control method reducing variation of characteristics

抜取り検査を主体とした製造ラインにおいて、不良につながる製品の特性ばらつきの要因抽出と改善を効率良く行えるQC(Quality Control)手法を開発した。

多変量解析を用いて、特性ばらつきに対する各工程の影響度や工程間の相互関係を明確にするため、測定場所を主要工程で統一し、測定点数も増やしたことが特長である。詳細データを取ることで、解析精度の大幅な向上を可能にした。これに伴う検査時間の増加は、影響度の低い工程の測定点数を削減することで抑制し、QCの効率化を図っている。

この手法をプロセス系製造ラインに適用し、加工ばらつきを定量化するとともに、工程間APC(Advanced Process Control)を展開して、製品特性の安定化に貢献した。

マルチフィジックス解析のための解像度可変型粒子法



解像度可変型粒子法によるダム崩壊の解析例

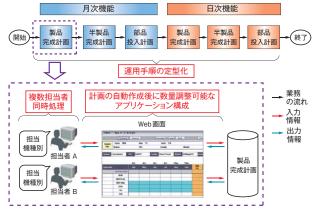
Example of dam break simulation using multi-resolution particle method

メッシュをいっさい用いない解析手法である粒子法の実 用化に向けて、解像度可変型粒子法を開発した。

粒子法は、流体や固体を粒子で表現して解析する手法であり、有限要素法などのメッシュを用いた手法では困難だった大変形解析や流体と固体の連成解析を容易に行え、プレス加工や衝撃破壊などの製造プロセスを解明できると期待されている。しかし、従来の粒子法では粒子サイズを変更できなかったため、解像度を高くするには空間全体に小さな粒子を配置する必要があった。

今回開発した手法では、解像度の必要な領域だけ粒子を小さくすることで粒子数を大幅に削減し、従来の粒子法と同程度の解析精度を保ちながら、計算時間を約1/9と大幅に短縮した。

● 納期回答を早期化する生産計画支援システム



生産計画支援システムの概要

Outline of production planning management and control system

ストレージデバイス事業における顧客満足度向上と販売機会損失削減の一環として、営業部門からの出荷要求に対して月次又は日次の納期を早期に回答するための生産計画支援システムを、HDD(ハードディスク装置)製造部門と協力して開発した。

このシステムの特長は、徹底した現状業務の分析に基づき運用手順を定型化したうえで、計画の自動作成後に担当者により数量調整ができるアプリケーション構成と、複数の担当者により計画の同時作成ができるデータモデルを採用したことである。

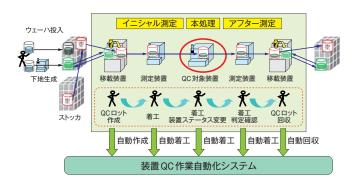
このシステムにより従来の計画作成時間を40%短縮できる見込みであり、HDDの製造ラインに適用していく。

● 製造装置のQC作業自動化システム

半導体製造ラインでは、製品品質の安定化のために、製造装置の処理性能を定期的にチェックするという装置QC作業が必要である。クリーンルームでの装置QC作業を効率化するため、自動化システムを開発した。

装置QCは、検査項目や実施タイミング、及び使用するウェーハの種類や使用枚数が装置ごとに異なるため作業が煩雑で、人が判断しなければならない項目も多い。そこで、装置情報のオンライン化と、機種別のQC作業項目の明確化及び判断ルールの形式化を進め、自動化システムを構築した。自動化システムでは、装置ごとのQC実施タイミングに合わせて使用するウェーハを自動的に準備し、処理フローに従って測定装置やQC対象の製造装置で自動着工し、QC後のウェーハを品種別に自動回収することができる。

現在,300 mmウェーハのクリーンルームで全工程に適用 し,生産性向上に貢献している。

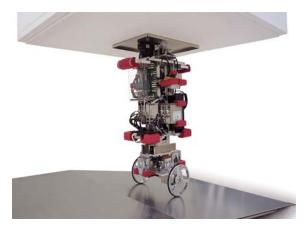


製造装置のQC作業自動化システム Automation system for machine quality control

● 自律制御システムを搭載した倒立振子型2輪搬送車

高度な制御技術の具現化モチーフとして、倒立振子型2 輪搬送車のプロトタイプを開発した。

この2輪車両は自身の姿勢を安定に保つことができるため、床面占有面積300 mm四方の小さな車体で、1,000 mm四方程度の大きなワークを安定して搬送することができる。モータやセンサなどの部品は、市販品を組み合わせてシンプルに構成し、独自の制御アルゴリズムを組み込んだ。平地での直線走行時は1,000 mm/s、傾斜角10°の登坂時は500 mm/s、半径600 mmでの旋回時は800 mm/sの速度で走行する。また、目標や障害物を認識するレーザファインダで走行軌道を生成し、軌跡誤差を補正した自律走行が可能である。



倒立振子型 2輪搬送車 Inverted pendulum-type two-wheel vehicle

高速ダイマウント装置

半導体パッケージの生産性向上を目的として、業界最速 レベルのダイマウント装置を開発した。

この装置は、ウェーハからチップをピックアップし、リードフレーム上に搭載する装置である。マウントヘッドの小形・軽量化や、ウェーハ上のチップの一括認識アルゴリズム及びリードフレーム送り機構などの開発により、従来1チップずつ搭載していたものを複数個同時に搭載でき、業界最速レベルの0.16 s/チップ(プロセス時間含む)を実現した。また、チップの損傷を低減するために、瞬時に荷重を切り替えることができる独自の荷重制御機構を組み込んでいる。



高速ダイマウント装置 High-speed die bonder